

30.231.

Untersuchungen  
über die  
**Ausscheidung des Kali und Natrons**  
durch den Harn.

Eine mit Genehmigung der Hochverordneten  
Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu  
**DORPAT**  
zur Erlangung der Würde  
eines

**Doctors der Medicin**  
verfasste und zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

**Abhandlung**

VON  
**Eduard Reinson.**

639339



**DORPAT.**

Gedruckt bei E. J. Karow, Universitäts-Buchhändler.

1864.

## Einleitung.

### Imprimatur

haec dissertatio ea lege, ut, simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livonorum d. XXV. Novbr. a. MDCCCLXIV.

*N* 305.  
(L. S.)

*Dr. Rud. Buchheim,*  
med. ord. h. t. Decanus.

Die Mengenverhältnisse der verschiedenen Harnbestandtheile und die Schwankungen, denen dieselben unterliegen, sind vielfach untersucht worden. Es existiren genaue Bestimmungen der Mengen des Harnstoffs, der Säuren und Salze im Harn; die Veränderungen, welche dieselben bei Einfuhr verschiedener Stoffe in den Organismus erleiden, sind zu wiederholten Malen Gegenstand der Untersuchung gewesen. Die Salze der Alkalien anlangend, so hat man sie dem Körper zugeführt und eine Vermehrung derselben im Harn gefunden; nach Einfuhr von Kochsalz fand man grössere Mengen Chlor und Kochsalz im Harn, nach Genuss schwefelsaurer und phosphorsaurer Salze, fand man die Schwefelsäure und die Phosphorsäure im Harn vermehrt u. s. w. In allen diesen Fällen legte man hauptsächlich auf die Säuren im Harn Gewicht, liess dabei aber die Alkalien als solche, das Kali und Natron, meist unberücksichtigt, so dass bis jetzt noch wenig über die Ausscheidung derselben bekannt ist. Nur in zwei Arbeiten von Boecker <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Prager Vierteljahrschrift für pract. Heilkunde. Jahrg. 1854, p. 117 „Ueber die physiologische Erstwirkung der Phosphorsäure und des phosphorsauren Natrons.“, von Dr. F. W. Boecker.

Archiv des Vereins für gem. Arb. zur Förderung der wissenschaft-

finden wir neben den übrigen Harnbestandtheilen auch das Kali und Natron besonders berücksichtigt und genauer besprochen. Diese beiden Arbeiten bilden die Anknüpfungspunkte für vorliegende Untersuchungen. Boecker will gefunden haben, dass durch Einfuhr von phosphorsaurem Natron in den Körper die Ausscheidung der Alkalien durch den Harn wesentlich modificirt werde und zwar werde die Kalimenge im Harn vermehrt, die Natronmenge aber vermindert, die Summe der ausgeschiedenen Alkalien, Kali und Natron, werde, im Vergleich zum Normalzustande, zuweilen vermehrt, zuweilen vermindert, erleide also keine constante Modification. Die Vermehrung des ausgeschiedenen Kali geschieht demnach auf Kosten des Natron.

Boecker experimentirte nur mit einem Salze, dem phosphorsauren Natron, und hatte bei den Versuchen, die in seiner ersten Arbeit besprochen werden, eine Versuchszeit von 6 Stunden am Morgen nach beendeter Verdauung. Die Versuche der zweiten Arbeit umfassten einen Zeitraum von 18 Stunden. In vorliegender Arbeit haben ausser dem phosphorsauren Natron noch das Kochsalz, das schwefelsaure und essigsaure Natron zu Versuchen gedient und die Versuchszeit ist eine längere gewesen. Es handelt sich hier um folgende Fragen:

1. Wie verhält sich die Ausscheidung der Alkalien, Kali und Natron, im Normalzustande, und
2. Wie wird dieselbe durch Einfuhr obengenannter Alkalisalze modificirt?

---

lichen Heilkunde. v. Vogel, Nasse und Beneke, 2. Bd. p. 182 „Ueber die Wirkung der Phosphorsäure und des phosphor. Natrons auf den menschlichen Organismus“, von Boecker.

Bevor ich zur Beantwortung dieser beiden Fragen übergehe kann ich nicht umhin, die Art der angestellten Versuche auseinanderzusetzen sowie auch die Methode, deren ich mich bei Bestimmung der Alkalien im Harn bedient habe, näher zu besprechen, da dieselbe bei derartigen Versuchen, wie sie in vorliegender Arbeit zur Sprache kommen, bis jetzt noch nicht in Anwendung gezogen worden ist. Es wird hauptsächlich meine Aufgabe sein, den Grad der Genauigkeit der Methode zu bestimmen, überhaupt ihre Vorzüge und Mängel näher zu beleuchten.

Zugleich ergreife ich Gelegenheit, meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. Buchheim, der das Interesse für vorliegende Arbeit in mir angeregt und mich während derselben aufs freundlichste unterstützt hat, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

---

## Ueber die Art der angestellten Versuche und die Methode der Analyse.

Es ist sehr schwer, Versuche, wie sie zum Zweck vorliegender Arbeit nothwendig sind, an sich selbst oder andern anzustellen. Es erfordern dieselben eine möglichst geregelte, sich gleichbleibende Lebensweise, Speise- und Getränkaufnahme, mit einem Wort, möglichst constante Bedingungen. Beim Menschen lässt sich aber die Lebensweise während einer längeren Reihe von Tagen nicht so regeln, wie dieses leicht möglich wird, wenn man Thiere zum Experiment benutzt. Wenn wir sehen, dass Boecker in seinen, bereits erwähnten Versuchen über die Phosphorsäure und das phosphorsaure Natron an sich selbst experimentirte, so dauerte seine Versuchszeit nie eine längere Reihe von Tagen, sondern höchstens 24 Stunden. Dass aber ein Mensch längere Zeit hindurch eine und dieselbe Nahrung und diese auch nur ein Mal in 24 Stunden geniessen soll, erscheint mir mindestens sehr beschwerlich.

Aus diesem Grunde habe ich mich bei meinen Versuchen einer Hündin bedient und zwar wählte ich eine solche, weil bei derselben die Entfernung des Harns aus der Blase mittelst des Katheters sehr leicht zu bewerkstelligen, bei den männlichen Thieren aber die Application des Katheters unausführbar ist <sup>1)</sup>.

1) Als ich meine Arbeiten bereits begonnen, kamen mir die Untersuchungen von Dr. Seegen in Wien „Ueber den Einfluss des Glaubersalzes auf den Stoffwechsel“, Virchow's Archiv. 1864 Heft 1—2, zu Gesicht. Derselbe hat sich

Ich bemerke ausdrücklich, dass die Entfernung des Harns aus der Blase mittelst des Katheters geschehen musste, denn es genügte nicht, denselben aus dem mit durchlöcherter Boden versehenen Kasten, in welchem das Thier gehalten wurde, aufzufangen. Wenn auch der Verlust in letzterem Falle, bei gehörigen Vorsichtsmassregeln, kein grosser sein kann, so ist doch eine Verunreinigung des Harns schwer dabei zu vermeiden.

Die Hündin, die ich zu meinen Versuchen benutzte, war von mittlerer Grösse. Ihr Körpergewicht betrug 19031 Grm., eine Mittelzahl aus einer längeren Reihe von Wägungen. Zu einer bestimmten Stunde Morgens nahm das Thier eine gewogene Quantität fester und flüssiger Nahrung zu sich und zwar 700 Grm. Brod, 300 Grm. Milch und 300 Grm. Wasser, also circa 4 Procent seines Körpergewichts an fester Nahrung. Der Harn wurde zwei Mal in 24 Stunden entfernt und zwar jedes Mal die 12stündliche Menge. An den meisten Versuchstagen ist es mir gelungen, durch einmalige Application des Katheters die 12 stündliche Harnmenge direct der Blase zu entnehmen. Wegen des beständigen Kathetrisirens jedoch entstand schliesslich ein Blasencatarrh, in Folge dessen das Thier seinen Harn zuweilen in den Kasten entleerte, aus welchem derselbe, freilich etwas verunreinigt, aufgefangen wurde.

Der Harn wurde in graduirten Gefässen gemessen und Tages darauf der Analyse unterworfen.

bei seinen Versuchen männlicher Hunde bedient und behauptet dieselben in grösserer Anzahl, ohne viel Mühe und Zeitaufwand, abgerichtet zu haben, ihren Harn in ein untergehaltenes Becherglas zu entleeren. Wenn die Dressur der Hunde wirklich so leicht ist, so wird man dieselben künftig mit grossem Vortheil zu ähnlichen Versuchen benutzen können, denn sie haben einen grossen Vorzug vor Hündinnen, welche letztere häufig zur Zeit, da man sie benutzen will, trächtig sind oder säugen.

Die Salze, welche das Thier einnahm, wurden ihm mittelst der Schlundsonde in den Magen injicirt. Ein Mal nur entstand nach dieser Procedur Erbrechen und zwar, weil es verabsäumt worden war, dem Thiere gleich nach Application des Mittels etwas Speise und Getränk zu reichen. Letzteres scheint mir überhaupt ein gutes Mittel zu sein, dem bei Hunden nach Application von Mitteln in den Magen gefürchteten Erbrechen vorzubeugen.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Methode über, nach welcher ich die Menge der Alkalien im Harn bestimmte.

Zunächst muss ich bemerken, dass ich bei der Verbrennung des Harns mich eines besonderen Verfahrens bedient habe, welches mir von Prof. Buchheim vorgeschlagen wurde. Der Apparat dazu besitzt folgende Construction: Eine in Cubikcentimeter getheilte Bürette steht durch ein Kautschukrohrstückchen mit einem silbernen Röhrchen in Verbindung, welches mit einem Hahne versehen ist. Dieses Röhrchen lässt sich in ein zweites einfügen, welches mit dem Deckel einer ziemlich grossen Platinschale in fester Verbindung steht. Will man nun eine beliebige Flüssigkeit verbrennen, so füllt man damit die Bürette, setzt letztere mit dem Deckel der Platinschale durch die erwähnten Röhren in Verbindung, öffnet den Hahn und lässt etwas von der Flüssigkeit in die Schale laufen, welche über einer, mit einem Zuge versehenen Lampe, steht. Nun erwärmt man die Schale und ist die darin befindliche Flüssigkeitsmenge zur Trockne eingedampft, so lässt man von Neuem hinzulaufen, indem man den Hahn öffnet. An der Bürette liest man die verbrauchte Quantität ab. Will man die Verbrennung vollenden, so entfernt man die Bürette, indem man das mit dem Hahn versehene Röhrchen aus dem in den Schalendeckel eingefügten herauszieht, fährt mit dem Erhitzen fort, bis alles eingedampft ist, und glüht dann.

Man muss beständig die Stellschraube der Lampe benutzen, wenn man rasch zum Ziel gelangen will. Droht ein Uebersteigen der Flüssigkeit, so kann man wohl auch den Deckel der Schale etwas mehr lüften, natürlich mit Vorsicht, da hierbei leicht etwas herausspritzen kann. Bei nöthiger Vorsicht ist es mir mittels dieses Verfahrens möglich geworden, 50 Cubikcentimeter Harn innerhalb drei Viertelstunden ohne Verlust zu verkohlen.

Waren auf die angegebene Weise 50 Cbcm. Harn verbrannt, so wurde die Kohle in einem Agatmörser gepulvert, mit Wasser ausgezogen und filtrirt. Der Rückstand wurde darauf mit dem Filtrum getrocknet, meist vollständig eingeäschert und zu dem erwähnten Filtrat hinzugefügt. Dieses wurde nun mit Chlorbaryum und Ammoniak gefällt und filtrirt, aus dem Filtrat der überschüssige Baryt durch kohlenaures Ammoniak gefällt, das Filtrat im Wasserbade eingedampft, der Rückstand gegläht und dann gewogen. Ich hatte nun das Gewicht der beiden Chloralkalien. Löste ich diese in Wasser, so gelang es mir nie, eine vollständig klare Flüssigkeit zu erhalten; letztere war vielmehr immer trübe und beim Stehen bildete sich ein geringer Niederschlag, der sich bei der vorgenommenen Untersuchung als Magnesia<sup>1)</sup> erwies. Dieser Niederschlag wurde daher von der Flüssigkeit abfiltrirt, getrocknet, mit dem Filtrum gegläht, gewogen und das Gewicht von dem vorhin gefundenen Gewicht der Chloralkalien abgezogen, wobei natürlich auch die Filterasche berücksichtigt werden musste.

Zu der erhaltenen Lösung der Chloralkalien wurde jedes Mal so lange Wasser hinzugefügt, bis die Flüssigkeit 50 Cbcm. betrug. In dieser Lösung nun wurde die Chlormenge durch Zehntelnormalsilberlösung nach der Mohr'schen Methode <sup>1)</sup> be-

1) Mohr: Lehrbuch der chem.-analyt. Titrimethode, 2. Aufl. 1862, p.317.

stimmt. Diese besteht darin, dass man eine bestimmte Menge der Chloralkalienlösung mit etwas neutralem chromsauren Kali versetzt und nun so lange Silberlösung hinzuträufelt, bis die durch das Chromsaure Silberoxyd bedingte rothe Färbung nicht mehr verschwindet. Es handelt sich hier darum, diesen Zeitpunkt richtig zu treffen und nicht mehr oder weniger Silberlösung zu verbrauchen. Zu wenig Silberlösung wird man zwar nicht leicht verbrauchen, wenn man die Flüssigkeit jedes Mal nach Zusatz des Silbers tüchtig schüttelt, wohl aber leicht zu viel. Aus der Chlormenge und der Summe der beiden Chloralkalien berechnete ich nun, wiederum nach Mohr <sup>1)</sup>, das eine Alkali, worauf das andre, durch Abzug von der Summe beider, gefunden wurde. Waren so die beiden Chloralkalien gefunden so liess sich das Kali und Natron leicht daraus berechnen.

Um die bei diesem Verfahren unvermeidlichen Fehler dem Leser vorzuführen, scheint es mir nothwendig, hier beispielsweise eine Berechnung folgen zu lassen.

Es sei das Gewicht der beiden in 50 Cbcm. Harn enthaltenen Chloralkalien = 0,691 Grm. <sup>2)</sup> Diese sind in 50 Cbcm. Wasser gelöst. Nehmen wir nun davon 15 Cbcm., so enthalten dieselben 0,2073 Grm. Chloralkalien. Lassen wir von der Silberlösung hinzuffliessen; so verbrauchen wir 29 Cbcm.

1 Cbcm. der Silberlösung ist aber = 0,003546 Chlor folglich 29 Cbcm. „ „ sind = 0,102834 Chlor.

Wir hätten somit die Summe der beiden Chloralkalien, nämlich 0,2073 Grm. und die darin enthaltene Chlormenge (0,102834 Grm.). Daraus lässt sich das Chlorkalium und Chlornatrium folgendermassen berechnen:

1) Mohr: Lehrbuch der chem.-analyt. Titrimethode, 2. Aufl. 1862 p. 363.

2) Diese Zahl erhielt ich am ersten Versuchstage.

Es sei Chlorkalium = x, Chlornatrium = y, so ist

$$x + y = 0,2073 \text{ Grm.}$$

$$\text{Das Chlorkalium enth. } \frac{35,46}{74,57} = 0,47552 \text{ seines Gewichts Chlor } ^1).$$

$$\text{Das Chlornatrium enth. } \frac{35,46}{58,46} = 0,60657 \text{ seines Gewichts Chlor}$$

x Chlorkalium enthalten also x . 0,47552 Chlor und

y Chlornatrium „ „ y . 0,60657 Chlor

Die Summe der beiden Chlorgehalte ist aber bekannt, nämlich = 0,102834, folglich ist

$$x . 0,47552 + y . 0,60657 = 0,102834$$

y ist aber = 0,2073 — x. Setzen wir diesen Werth von y in obige Gleichung ein, so erhalten wir:

$$x . 0,47552 + (0,2073 - x) . 0,60657 = 0,102834 \text{ oder}$$

$$x . 0,47552 + 0,125741961 - x . 0,60657 = 0,102834 \text{ woraus}$$

$$0,125741961 - 0,102834 = x (0,60657 - 0,47552) \text{ oder}$$

$$0,022907961 = x . 0,13105 \text{ folglich}$$

$$x = \frac{0,022907961}{0,13105} = 0,1748 \text{ Chlorkalium.}$$

y ist also = 0,2073 — 0,1748 = 0,0325 Chlornatrium.

15 Cubikcentimeter Harn enthalten also 0,11042 Grm. Kali und 0,01723 Grm. Natron.

Haben wir bei der Chlorbestimmung 0,1 Cbcm. Silberlösung mehr verbraucht, also 29,1 Cbcm., so erhalten wir, wenn wir obige Gleichung mit Einführung dieser Zahl berechnen, für 15 Cbcm. Harn, 0,1087 Grm. Kali und 0,0186 Grm. Natron. Es ergibt sich hieraus, dass, wenn wir bei der Chlorbestimmung 0,1 Cbcm. Silberlösung mehr verbrauchen, dadurch für

1) Die Zahl 35,46 ist das Atomgewicht des Chlor, 74,57 das des Chlorkalium und in der folgenden Zeile die Zahl 58,46 das Atomgewicht des Chlornatrium.

die Kalimenge in 15 Cbcm. Harn ein Minus von 0,0017 Grm., für die Natronmenge aber ein Plus von 0,0014 Grm. bedingt wird. Hätten wir bei der Chlorbestimmung 0,1 Cbcm. Silberlösung weniger verbraucht, so würde daraus für das Kali ein Plus von 0,0017, für das Natron ein Minus von 0,0014 resultiren. Die Zahlen 0,0017 und 0,0014 bleiben dieselben für jede Bestimmung, mag die in 15 Cbcm. Harn enthaltene Alkalimenge noch so verschieden sein.

Sehn wir nun, welchen Einfluss dieser Unterschied auf den Alkaligehalt der 12 stündlichen Harnmenge, in diesem Falle 123,6 Grm., ausübt. Zu dem Zweck wollen wir aus den Werthen 0,11042 Kali und 0,01723 Natron, welche 15 Cubikcentimetern Harn entsprechen, den Alkaligehalt der 12 stündlichen Harnmenge, also 123,6 Grm., berechnen. Wir erhalten 0,9098 Grm Kali und 0,1419 Grm. Natron. Haben wir bei der Chlorbestimmung 0,1 Cbcm. Silberlösung mehr oder weniger verbraucht, so erhalten wir für die 12 stündliche Alkalimenge in ersterem Fall 0,8957 Kali und 0,1538 Natron, in letzterem — 0,9237 Kali und 0,1302 Natron. Stellen wir die 3 einander entsprechenden Kali- und Natronmengen, der Reihe nach, zusammen, so haben wir:

bei 29,1 Cbcm. Silberlösung — 0,8957 KO und 0,1538 NaO  
 „ 29,0 „ „ 0,9098 „ — 0,1419 „  
 „ 28,9 „ „ 0,9237 „ — 0,1302 „

Wir bemerken, dass das Verhältniss des Kali und Natron nicht sehr wesentlich modificirt erscheint.

Wollen wir nun sehn, wie sich das Verhältniss bei grösseren Alkalimengen, also namentlich an den Tagen, an welchen wir dem Körper Salze zuführten, gestaltet. So haben wir z. B., wie im Verlauf dieser Arbeit sichtbar werden wird, an 4 Versuchstagen folgende Werthe für die 12 stündliche Alkalimenge:

		Bei 0,1 Cbcm. AgONO <sub>3</sub> mehr.	Bei 0,1 Cbcm. AgONO <sub>3</sub> weniger.
Kali . . . .	2,0099	1,9697	2,0500
Natron . . . .	3,3041	3,3309	3,2703
Kali . . . .	2,4723	2,4343	2,5102
Natron . . . .	2,1864	2,2177	2,1551
Kali . . . .	1,7787	1,7526	1,8037
Natron . . . .	2,0750	2,0940	2,0545
Kali . . . .	2,0658	2,0284	2,1032
Natron . . . .	3,1680	3,1961	3,1372

In diesen 3 Colonnen haben wir also die Zahlen der ersten mit denen der 2. und der 3. einzeln zu vergleichen und auch hier sehn wir, dass das Verhältniss der beiden Alkalien nicht wesentlich modificirt erscheint.

Etwas Anderes stellt sich heraus, wenn die Alkalimengen sehr klein sind. So haben wir z. B. an einem der Hungertage:

		Bei 0,1 Cbcm. AgONO <sub>3</sub> mehr.	Bei 0,1 Cbcm. AgONO <sub>3</sub> weniger.
Kali . . . .	0,4799	0,4567	0,5032
Natron . . . .	0,0254	0,0445	0,0063

Hier bemerken wir eine bedeutende Aenderung des Verhältnisses. Durch einen Fehler bei der Chlorbestimmung wird hier die Natronmenge ein Mal fast verdoppelt, das andre Mal um mehr als das Dreifache herabgesetzt, während die Kalimenge nur eine geringfügige Veränderung erfährt.

Es ergibt sich aus dem Vorhergehenden, dass diese Methode der Alkalibestimmung für die Fälle ausreichend ist, in denen man es mit grösseren Alkalimengen zu thun hat. Ist dagegen die Quantität der Alkalien sehr klein, so wäre diese Methode nicht zu empfehlen.

Anmerkung. Die Chlorbestimmung in 15 Cbcm. der Lösung der Chloralkalien habe ich bei jedem Versuch mehrmals gemacht. Verbrauchte ich in zwei Bestim-

mungen gleiche Quantitäten Silberlösung, so begnügte ich mich mit zwei Bestimmungen, waren aber die verbrauchten Mengen verschieden, so machte ich noch eine dritte Bestimmung. Waren alle 3 verschieden, so nahm ich von den beiden sich am nächsten stehenden das Mittel.

### Versuche und Ergebnisse derselben.

Bevor ich zu den Ergebnissen meiner Versuche übergehe, scheint es mir nothwendig, dem Leser die bereits in der Einleitung erwähnten Resultate der Boecker'schen Arbeiten zu wiederholen und nebstbei die betreffenden Zahlenwerthe aus den dort befindlichen Tabellen vorzuführen. Es wird sich so am Besten beurtheilen lassen, in wie weit die von Boecker gezogenen Schlussfolgerungen berechtigt sind.

Diese Schlussfolgerungen sind folgende:

1. Die eingenommene Menge (15 Grm.) des phosphorsauren Natrons vermehrt, bei 250 Grm. Wasser, die Ausfuhr des Kali im Verhältniss 100:170; das phosphorsaure Natron mit 500 Grm. Wasser, vermehrt die Ausfuhr des Kali im Verhältniss 100:106 bis 100:167 <sup>1)</sup>.

2) Durch das phosphorsaure Natron wird die Ausfuhr des Natron vermindert <sup>2)</sup>.

3. Durch das Einnehmen des phosphorsauren Natrons wird die Summe der entleerten Alkalien, Kali und Natron, im Vergleich zum Normalzustande zuweilen vermehrt, zuweilen vermindert <sup>3)</sup>.

1) Prager Vierteljahrschrift. 1854. p. 146.

2) Ebendasselbst p. 146.

3) Ebendasselbst p. 167.

Dieses sind die Resultate der ersten Boecker'schen Arbeit, in welcher er zwei sechsstündige Versuchsreihen anstellte; in der einen nahm er nebst 15 Grm. Natrum phosphoricum 250 Grm. Wasser, in der andern dieselbe Menge phosphorsauren Natrons, aber 500 Grm. Wasser. Die in diesen Versuchen für die Alkalien gefundenen Zahlen sind, tabellarisch geordnet, folgende:

Menge der an 3 verschiedenen Tagen in 6 Stunden ausgeschiedenen Alkalien, bei Genuss von 250 Grm. Wasser.

	Im Normalzustande.		Beim Einnehmen von 15 Grm. Natr. phosph.	
	Kali	Natron.	Kali.	Natron.
1. Tag . . . . .	0,860	2,003	2,450	0,919
2. Tag . . . . .	0,875	1,207	1,413	1,578
3. Tag . . . . .	1,496	1,058	1,662	1,434
Mittelzahl . . . .	1,077	1,423	1,828	1,310

Diese Mittelzahlen ergeben für das Kali eine Vermehrung im Verhältniss 100:170, für das Natron eine geringe Verminderung, obgleich wir an den einzelnen Tagen nur ein Mal eine Verminderung des ausgeschiedenen Natrons bemerken. Die Summe der ausgeschiedenen Alkalien ist an allen 3 Tagen vermehrt.

Menge der an 5 verschiedenen Tagen ausgeschiedenen 6stündigen Alkalimenge, bei Genuss von 500 Grm. Wasser.

	Im Normalzustande		Einnehmen von 15 Grm. Natr. phosph.	
	Kali.	Natron.	Kali.	Natron.
1. Tag . . . . .	1,213	1,690	2,324	0,963
2. Tag . . . . .	1,104	1,905	2,275	1,649
3. Tag . . . . .	1,385	1,626	1,637	1,314
4. Tag . . . . .	1,555	1,895	1,459	0,911
5. Tag . . . . .	1,716	1,198	1,993	1,398
Mittelzahlen . . .	1,395	1,663	1,918	1,247



Auch hier zeigen die Mittelzahlen eine Vermehrung des Kali und eine Verminderung des Natron nach Einnahme des Natr. phosphor. Die Summe der Alkalien erscheint im Mittel vermehrt. Nur an 2 Tagen (3 und 4) sehn wir ein Mal eine geringe, das andere Mal eine bedeutendere Verminderung der Summe der Alkalien.

Der zweiten Boecker'schen Arbeit, in welcher die Resultate der ersten bestätigt werden, sind die Zahlen zu folgenden Tabellen entnommen. Sie enthalten die Zahlenwerthe für die ausgeschiedenen Alkalien bei 18stündiger Versuchsdauer.

	Im Normalzustande bei 1700 Grm. Nahrung.		Bei Einnahme von 15 Grm. Natr.phosph.	
	Kali.	Natron.	Kali.	Natron.
1. Tag . . . . .	2,593	5,443	3,137	6,061
2. Tag . . . . .	4,276	4,659	2,628	6,472
Mittel . . . . .	3,435	5,051	2,883	6,267

	Normal bei 1400 Grm. Nahrung.		Bei Einnahme von 15 Grm. Natr.phosph.	
	Kali.	Natron.	Kali.	Natron.
1. Tag . . . . .	2,764	4,585	3,354	5,184
2. Tag . . . . .	2,220	5,764	4,068	3,895
Mittel . . . . .	2,492	5,175	3,711	4,540

	Normal in 6 Stunden bei Einnahme von 15 Grm. Eiweiss und 500 Grm. Wasser.		Bei Einnahme von 15 Grm. Natr.phosph. ausserdem.	
	Kali.	Natron.	Kali.	Natron.
1. Tag . . . . .	1,717	2,791	2,666	1,175
2. Tag . . . . .	1,509	2,940	1,989	1,259
3. Tag . . . . .	1,146	1,640	1,509	2,259
4. Tag . . . . .	1,225	2,660	2,369	1,362
Mittel . . . . .	1,374	2,508	2,033	1,514

In der ersten dieser 3 Tabellen erscheint in den Mittelzahlen das Kali durch Einfuhr des phosphorsauren Natrons vermindert. Umgekehrt ist es in der zweiten; hier sehn wir eine Vermehrung des Kali und eine Verminderung des Natrons. Die Summe der Alkalien erscheint in beiden vermehrt. In der dritten Tabelle ergibt sich aus den Mittelzahlen eine Vermehrung des Kali, eine Verminderung des Natron und eine geringe Verminderung der Summe der Alkalien.

Fassen wir nun alle Versuche der ersten sowohl als der zweiten Boecker'schen Arbeit zusammen, so ergibt sich aus ihnen zur Evidenz eine Vermehrung der ausgeschiedenen Kalimenge nach Einnahme des phosphorsauren Natrons. Wie steht es aber mit der Verminderung der Natronmenge? Wir sehn, dass an den 16 Versuchstagen das Natron 9 Mal vermindert und 7 Mal vermehrt erscheint. Lässt sich daraus der Schluss ziehn, dass durch das phosphorsaure Natron die Ausscheidung des Natrons constant vermindert wird?

Die Summe der Alkalien erscheint an 10 Tagen vermehrt, an 6 Tagen vermindert.

Ich gehe nun zu den von mir angestellten Untersuchungen des normalen Harns über. Wie bereits erwähnt, genoss das Versuchsthier täglich am Morgen um 9 Uhr 700 Grm. Brod, 300 Grm. Milch und 300 Grm. Wasser. Diese enthielten nach der angestellten chemischen Untersuchung 2,6337 Grm. Kali und 1,2339 Grm. Natron. Die Analyse des Brodes und der Milch habe ich selbst gemacht, der Alkaligehalt des Wassers (Flusswassers) aber, ist der Arbeit von Prof. C. Schmidt „die Wasserversorgung Dorpats“ 1863, entnommen.

Um 9 Uhr Abends desselben und um 9 Uhr Morgens des folgenden Tages wurde die 12stündliche Harnmenge aus der Blase entfernt; an keinem der 8 Versuchstage hatte das Thier seinen Harn in den Kasten entleert. Die bei der Ana-

lyse gefundenen Werthe für die ausgeschiedenen Alkaliquantitäten, sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

**Tabelle I.**

	12 stündliche Harnmenge (9 M.—9 V).		Alkaligehalt derselben.				12 stündliche Harnmenge (9 V.—9 M).		Alkaligehalt derselben.				Alkaligehalt der 24 stündlichen Harnmenge.	
	Cbcm.	Grammen	Procent		Cbcm.	Procent		Grammen	Procent		Grammen	Grammen		
			Kali.	Natr.		Kali.	Natr.		Kali.	Natr.				
Juni 30.—Juli 1.	123,6	0,9098	0,1419	0,73	0,11	90,5	0,7687	0,0160	0,8	0,017	1,6785	0,1579		
Juli 1.—2.	124,5	0,9493	0,3455	0,76	0,27	107,8	1,3894	0,0614	1,28	0,057	2,3387	0,4069		
„ 2.—3.	141,4	1,1242	0,5678	0,79	0,4	113,3	0,7931	0,3804	0,7	0,33	1,9173	0,9482		
„ 3.—4.	138,8	1,2707	0,2020	0,81	0,14	137,9	0,4895	0,6610	0,35	0,4	1,7602	0,6830		
„ 4.—5.	151,9	1,4559	0,2566	0,9	0,16	114,5	0,7858	0,4371	0,5	0,38	1,2417	0,6937		
„ 5.—6.	129,7	0,7482	0,5878	0,57	0,45	90,5	0,8292	0,2818	0,9	0,3	1,5774	0,8696		
„ 6.—7.	124,1	0,7032	0,3052	0,56	0,24	105,3	1,1356	0,1421	1,07	0,13	1,8388	0,4473		
„ 7.—8.	128,7	0,6426	0,0638	0,5	0,05	96,3	0,6707	0,1456	0,69	0,15	1,3133	0,2074		
Mittelzahlen . . .	132,8	0,9754	0,3083	0,7	0,22	107	0,8677	0,2656	0,78	0,22	1,7082	0,5745		

Wir ersehen aus den Mittelzahlen, dass die in den ersten 12 Stunden ausgeschiedene Alkalimenge grösser ist als in den folgenden 12 Stunden, mit andern Worten, im nüchternen Zustande werden weniger Alkalien ausgeschieden als im gesättigten. Aber nicht nur die Menge, sondern auch das Verhältniss der beiden Alkalien zu einander erscheint in den letzten 12 Stunden anders als in den ersten. War das Verhältniss des Kali zum Natron hier 100 : 31,6, so ist es dort 100 : 30,7 d. h. im nüchternen Zustande ist die Ausscheidung des Natron verhältnissmässig geringer als im gesättigten.

Dieses Verhältniss tritt noch deutlicher hervor, wenn wir die Zahlenwerthe von freilich nur noch 3 Normaltagen zusammenstellen, welche den später zu erwähnenden Versuchstagen vorangehen.

**Tabelle II.**

	12stündliche Harnmenge (9M — 9V).	Alkaligehalt derselben.		12 stündliche Harnmenge (9V — 9M).	Alkaligehalt derselben.		Alkaligehalt der 24stündlichen Harn- menge.	
	Cbcm.	Grammen		Cbcm.	Grammen		Grammen	
		Kali.	Natr.		Kali	Natr.	Kali.	Natr.
August 23.—24. . .	180	1,4916	0,8972	94	0,5514	0,1065	2,0430	1,0037
„ 24.—25. . .	170	1,5617	0,6267	125	0,7458	0,1158	2,3075	0,7425
Septbr. 9.—10. . .	—	0,7486	0,0136	—	0,7009	0,1571	1,4495	0,1707
Mittel . . . . .		1,2673	0,5125		0,6660	0,1265	1,9333	0,6390

Anmerkung. Die beiden fehlenden Angaben der Harnmenge rühren daher, dass der an diesen Tagen aus dem Kasten aufgefangene Harn filtrirt und dabei mit Wasser versetzt wurde.

Es ergibt sich aus den Mittelzahlen folgendes Verhältniss des Kali zum Natron: In den ersten 12 Stunden 100: 40, in den folgenden 12 Stunden, 100: 20.

Vergleichen wir die in 24 Stunden ausgeschiedene Alkalimenge in Tabelle I mit der dem Körper mit der Nahrung zugeführten, so bemerken wir, dass nach 24 Stunden nur ein Theil der letzteren ausgeschieden ist und zwar etwa 65% Kali und 50% Natron, also ungefähr  $\frac{2}{3}$  der aufgenommenen Kali- und die Hälfte der Natronmenge. Es wird also nicht die ganze mit der Nahrung eingeführte Alkalimenge durch den Harn ausgeschieden. Ein Theil verlässt auf andrem Wege den Körper.

Es folgen nun zwei Tage, an welchen dem Versuchsthier gar keine feste Nahrung, sondern nur Wasser, circa 500 Grm. im Verlauf des Tages, verabreicht wurde.

**Tabelle III.**

	12 stündliche Harnmenge (9 M — 9 V).		Alkaligehalt derselben.				12 stündliche Harnmenge (9 V — 9 M)		Alkaligehalt derselben.				Alkaligehalt der 24 stündlichen Harnmenge.	
	Chem.		Grammen		Procent		Chem.		Grammen		Procent		Grammen	
			Kali.	Natr.	Kali.	Natr.			Kali.	Natron.	Kali.	Natr.	Kali.	Natr.
Juli 9. — 10. . . . .	260		0,5222	0,1185	0,2	0,045	205		0,4799	0,0254	0,23	0,018	1,0021	0,1439
„ 10. — 11. . . .	118		0,4720	0,1376	0,4	0,11	190		0,3774	0,0150	0,19	0,008	0,8494	0,1526
Mittelzahlen . . . .	189		0,4971	0,1281	0,3	0,077	197,5		0,4286	0,0202	0,21	0,013	0,9258	0,1483

Diese Zahlenwerthe zeigen, wie sich schon a priori erwarten liess, eine Verminderung der ausgeschiedenen Alkalimenge und hauptsächlich hat das Natron eine bedeutende Abnahme erfahren.

Es fragt sich nun, wie wird das in Tabelle I gefundene normale Verhältniss der Alkalienausscheidung durch Einfuhr grösserer Mengen verschiedener Alkalisalze modificirt? Zur Beantwortung dieser Frage lasse ich hier die Zahlenverhältnisse der einzelne Versuche folgen.

### Versuch I.

Application von 15 Grm. wasserfreien phosphorsauren Natrons <sup>1)</sup> (= 3,5211 Grm. Natron), in 60 Cbcm. Wasser gelöst. Dem Versuchstage (25 August) gehn in der Tabelle zwei Normaltage voraus.

Bei diesem Versuche ist noch zu bemerken, dass die mit der Nahrung eingeführte Alkalimenge am Versuchstage grösser war als an den übrigen Tagen. Das Thier genoss nämlich an demselben 17,5 Grm. Brod mehr. Die mit der Nahrung eingeführte Alkalimenge betrug also 2,6687 Grm. Kali und 1,2569 Grm. Natron. Dieses bezieht sich jedoch nur auf diesen einen Versuchstag; an den übrigen ist die Einnahme wie früher.

\*) Diese enthielten nach einer genaueren Untersuchung 3,5211 Grm. Natron.

**Tabelle IV.**

	12stündliche Harnmenge in Cbcm.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		12stündliche Harnmenge in Cbcm.	Alkaligehalt derselben in Grm.		Alkaligehalt der 24stündlichen Harnmenge.	
		Kali.	Natron		Kali.	Natron	Kali.	Natron
August 23.—24.	180	1,4916	0,8972	94	0,5514	0,1065	2,0430	1,0037
" 24.—25.	170	1,5617	0,6267	125	0,7458	0,1158	2,3075	0,7425
+ 3.6.10 " 25.—26.	352	2,0099	3,3041	110	1,1165	0,2654	3,2264	3,5688
" 26.—27.	140	1,1890	0,0792	130	0,6872	0,0416	1,8762	0,1208
" 27.—28.	—	1,2286	0,0666	—	0,7342	0,0873	1,9628	0,1539
" 28.—29.	—	1,0310	0,1451	166	0,8189	0,0996	1,8499	0,2447

Anmerkung. Sehe Anmerkung zu Tabelle II.

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, dass, in Folge der Zufuhr von phosphorsaurem Natron, die ausgeschiedene Menge beider Alkalien vermehrt erscheint. Die Vermehrung des Natron ist aber bedeutend stärker als die des Kali, namentlich in den ersten 12 Stunden nach Application des Mittels. In den folgenden 12 Stunden ist entschieden auch eine Vermehrung vorhanden, aber eine bedeutend geringere. Die folgenden Tage zeigen eine Verminderung des Natrons. Betrachten wir die in 24 Stunden am Versuchstage ausgeschiedene Natronmenge, so sehn wir, dass die in Form des Natron phosphor. dem Körper zugeführten 3,5211 Grm. Natron fast vollständig ausgeschieden sind.

### Versuch 2.

8 Grm. Kochsalz (= 4,2424 Grm. Natron), in 50 Cbcm. Wasser gelöst, wurden in den Magen injicirt. Dem Versuchstage (10 Sept.) geht ein Normaltag voraus.

**Tabelle V.**

	Harmenge von 12 Stunden in Chem.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		12 stündliche Harmenge in Chem.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		Alkaligehalt der 24 stünd- lichen Harn- menge.	
		Kali.	Natron		Kali.	Natron	Kali.	Natron
Septbr. 9.—10.	190	0,7486	0,0136	205	0,7009	0,1571	1,4495	0,1707
" 10.—11.	335	2,4723	2,1864	95	0,5952	0,3425	3,0675	2,5289
" 11.—12.	110	0,7729	0,4004	110	0,5257	0,1745	1,2986	0,5749
" 12.—13.	160	0,7882	0,0416	80	0,4176	0,0901	1,2058	0,1317
" 13.—14.	120	0,5512	0,1328	100	0,8006	0,0000	1,3518	0,1328

Hier zeigt sich uns ein ganz andres Verhältniss als in Versuch 1. Wohl sehn wir am Versuchstage eine Vermehrung des ausgeschiedenen Natron, sie ist aber bedeutend geringer als in Versuch 1, trotzdem dass hier eine bedeutend grössere Menge Natron dem Körper mit dem Kochsalz zugeführt wurde. Die 24 stündige Natronmenge zeigt, dass noch lange nicht alles Natron ausgeschieden ist, sondern kaum die Hälfte des in den Körper mit dem Kochsalz eingeführten Quantums. Die Menge des ausgeschiedenen Kali erscheint auch in diesem Versuch vermehrt. An den folgenden Tagen zeigen die Zahlen keine wesentliche Veränderung in der Alkalienausscheidung bis auf die letzten 12 Stunden des 4. Tages (13. u. 14. Sept.), wo uns ein gänzlicher Natronmangel in die Augen fällt. Diese Erscheinung ist in der That eigenthümlich und es lässt sich dafür gar keine Ursache auffinden. Ein Fehler bei der Analyse ist in diesem Falle sicher nicht vorhanden, denn die Zahlen stimmten bei der Berechnung vollkommen.

**Versuch 3.**

Injection von 15 Grm. schwefelsauren Natrons ( $\text{NaO SO}_3 + 10 \text{HO}$ ), = 2,8882 Grm. Natron, in den Magen. Dieser Versuch und der nächstfolgende schliessen sich unmittelbar an Versuch 2, wie die fortlaufenden Tage lehren.

**Tabelle VI.**

	12 stündliche Harmenge in Chem.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		12 stündliche Harmenge in Chem.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		Alkaligehalt der 24 stünd- lichen Harn- menge.	
		Kali.	Natron		Kali.	Natron	Kali.	Natron
Septbr. 14.—15.	220	1,7787	2,0750	92	0,7881	0,2876	2,5668	2,3626
" 15.—19.	185	1,2429	0,7351	170	0,3502	0,9191	1,5931	1,6542
" 16.—17.	164	1,1982	0,2689	155	0,5280	0,2924	1,7262	0,5613
" 17.—18.	152	1,4460	0,5016	115	0,6965	0,1449	2,1425	0,6465

Auch hier sehn wir eine recht bedeutende Vermehrung des Natrons in den ersten 12 Stunden nach Verabreichung des Mittels. Aber auch die Ausscheidung des Kali erscheint vermehrt, obgleich in geringerem Grade als die des Natron. In den folgenden 12 Stunden zeigen die ausgeschiedenen Alkalimengen keine wesentliche Veränderung im Vergleich zum Normalzustande. Auch am folgenden Tage erscheint das Natron, sowohl in den ersten als den letzten 12 Stunden, vermehrt. Weiterhin zeigt sich keine auffällige Veränderung. Die in 24 Stunden ausgeschiedene Natronmenge übersteigt um ein Weniges die Hälfte der dem Körper mit dem schwefelsauren Natron zugeführten.

**Versuch 4.**

15 Grm. essigsauen Natrons ( $\text{NaO C}_4 \text{H}_3 \text{O}_3 + 9 \text{HO}$ ),  
 = 2,8527 Grm. Natron, in 50 Cbcm. Wasser gelöst, wurden  
 in den Magen gebracht.

**Tabelle VII.**

	12stündliche Harmenge in Cbcm.	Alkaligehalt derselben in Grammen.		12stündliche Harmenge in Cbcm.	Alkaligehalt derselben in Grm.		Alkaligehalt der 24stünd- lichen Har- mengen in Grm.	
		Kali.	Natron		Kali.	Natron	Kali.	Natron
Septbr. 18.—19.	130	2,0658	3,1680	120	0,9352	0,6096	3,0010	3,7776
" 19.—20.	154	1,5482	1,0893	145	0,5587	1,2035	2,1069	2,2928
" 20.—21.	147	1,3612	1,1397	130	0,8432	0,5688	2,2044	1,7085
" 21.—22.	156	1,3436	0,9578	120	0,5376	0,3576	1,8812	1,3154

Betrachten wir die Ergebnisse dieses Versuchs genauer, so bemerken wir eine bedeutende Vermehrung der ausgeschiedenen Alkalien, namentlich aber des Natrons. Diese Vermehrung erstreckt sich nicht blos auf den Versuchstag, sondern auch auf die folgenden Tage und auch hier ist es vorzüglich das Natron, welches vermehrt erscheint, obgleich auch das Kali eine Vermehrung, wenn auch in geringerem Grade, zeigt, was sehr deutlich bei Betrachtung der 24 stündlichen Quantitäten hervortritt. Am Versuchstage bemerken wir, dass die dem Körper mit dem essigsauen Natron zugeführte Natronmenge in 24 Stunden bereits vollständig ausgeschieden ist.

Fassen wir alle Versuche zusammen, so geht aus allen das Hauptresultat hervor, dass durch die Zufuhr eines jeden der 4 Natronsalze die Ausscheidung nicht nur des Natrons, sondern auch des Kali vermehrt wird. Es wird also dem Kör-

per Kali entzogen. Die grösste Vermehrung des Natron sehn wir nach Application des phosphorsauren und essigsauen Natrons, die geringste beim Kochsalz. Dieses stimmt mit der Erfahrung überein, dass die beiden erstgenannten Salze schnell, das Kochsalz aber langsam und nur zum Theil durch den Harn ausgeschieden werden. Dasselbe zeigt sich auch in meinen Versuchen; wir sehn nämlich, dass die dem Körper zugeführte Natronmenge am vollständigsten und schnellsten in den Versuchen mit den phosphorsauren und essigsauen Natron ausgeschieden erscheint. Dann folgt das schwefelsaure Natron, und am unvollständigsten zeigt sich die Ausscheidung des Natrons in dem Versuche mit Kochsalz.


Dass die Ausscheidung des Kali durch die erwähnten Salze vermehrt wird, stimmt mit dem von Boecker aus seinen Untersuchungen gewonnenen Resultate überein. Boecker versucht eine Erklärung dafür zu geben und behauptet, die mit dem phosphorsauren Natron eingenommene Phosphorsäure tausche ihre Base (Natron) im Körper und zwar im Blute <sup>1)</sup> gegen eine andere (Kali) aus, denn er fand im Harn kein phosphorsaures Natron, sondern phosphorsaures Kali.

Wenn diese Erklärung für die Vermehrung des Kali im Harn richtig, so müsste sie auch auf das Kochsalz, das schwefelsaure und das essigsaur Natron anwendbar sein, da dieselben, wie meine Versuche zeigen, denselben Effect wie das phosphorsaure Natron in Bezug auf das Kali, im Harn hervorrufen. Von diesen Salzen ist es aber bekannt, dass die beiden ersten unverändert, das essigsaur Natron dagegen als kohlensaures Salz durch den Harn ausgeschieden werden.

Es wäre von grossem Interesse gewesen, die wenigen in dieser Art beschriebenen Versuche weiter auszudehnen, vor-

1) Prager Vierteljahrschrift p. 164.

zöglich aber dieselben mit den entsprechenden Kalisalzen anzustellen um zu erfahren, ob diese einen ähnlichen Effect hervorrufen oder nicht. Leider gestattete die mir nur kurz zugemessene Zeit es nicht, solches zu unternehmen und, indem ich diese Blätter der Nachsicht des Lesers anheimstelle, muss ich mich damit begnügen, den Anfang zu ähnlichen Untersuchungen gemacht zu haben.



## Theses.

---

1. Sale natri in corpus injecto, non solum natri sed etiam kali in urina copia adaugetur.
  2. Utramque Typhi formam in aegroto discerni, tantum ope thermometri licet.
  3. Thermometrum medicus semper secum habeat, oportet.
  4. Dyspnoe in laryngitide membranacea ex musculorum laryngis paralyti, non ex eorum spasmu est repetenda.
  5. Quibusdam rerum conditionibus foetus vivi perforatio certo est indicata
  6. Trismus tetanusque non sunt morbi.
-